

# *Pesquisas em Geociências*

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias>

---

## **Arcabouço Cronoestratigráfico do Eopermiano da Bacia do Paraná na Região Centro-Oeste do Rio Grande do Sul**

*Andréia Regina Dias Elias, Antônio Jorge Vasconcelos Garcia, Ernesto Luiz Lavina*

*Pesquisas em Geociências, 27 (2): 31-44, set./dez., 2000.*

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/20188>

---

Publicado por

## **Instituto de Geociências**

---



## **Portal de Periódicos UFRGS**

UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO RIO GRANDE DO SUL

---

### **Informações Adicionais**

**Email:** [pesquisas@ufrgs.br](mailto:pesquisas@ufrgs.br)

**Políticas:** <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/editorialPolicies#openAccessPolicy>

**Submissão:** <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#onlineSubmissions>

**Diretrizes:** <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#authorGuidelines>

---

Data de publicação - set./dez., 2000.

Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

## Arcabouço Cronoestratigráfico do Eopermiano da Bacia do Paraná na Região Centro-Oeste do Rio Grande do Sul

ANDRÉIA REGINA DIAS ELIAS<sup>1</sup>, ANTÔNIO JORGE VASCONCELOS GARCIA<sup>2</sup>, ERNESTO LUIZ LAVINA<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul,  
Caixa Postal 15001, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil. e-mail: dias@if.ufrgs.br.

<sup>2,3</sup> Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar, Universidade do Vale do Rio dos Sinos,  
Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Av. Unisinos, 950, CEP 93022-000, São Leopoldo, RS, Brasil.

(Recebido em 06/00. Aceito para publicação em 10/00)

**Abstract** - The chronostratigraphic framework of the Rio Bonito and Palermo formations (Artinskian-Kungurian) of the Paraná Basin in Southern Brazil presented here was based on the Sequence Stratigraphy approach. This interval was subdivided into four 3<sup>rd</sup> order (2-3Ma) depositional sequences (A, B, C and D). These sequences, as a whole, include facies associations interpreted as transitional depositional systems (lowstand systems tract) which were progressively overlain by shallow marine systems (transgressive systems tract) until a relative stability was achieved and deeper marine conditions were established (highstand systems tract). All depositional sequences are bounded by unconformities which are related to the glacioeustasy with some local tectonic influence. Third order transgressions were probably superimposed to a larger scale transgressive event, the latter being responsible for the progressive flooding of larger areas up to the total covering of local basement rocks, during the deposition of the middle portion of depositional sequence C.

**Keywords** - Sequence Stratigraphy, Paraná Basin, Eopermian.

### CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A Bacia do Paraná é uma vasta província intracratônica, que abrange desde a República Oriental do Uruguai, ao sul, até a Região Norte do Estado do Mato Grosso, no Brasil, com prolongamentos para o Paraguai e República Argentina. Os seus limites físicos atuais são principalmente de natureza tectônica (arqueamentos ou soerguimentos): o Arco de Assunção na borda oeste, o Arco de Goiânia/Alto do Paranaíba na borda norte, o Arco de Ponta Grossa na borda leste e o Arco de Rio Grande na borda sul. Tem sua maior extensão na direção NNE-SSW, com 1750 km de comprimento, e 900km de largura média, ocupando uma área de 1.000.000 km<sup>2</sup> no Brasil e 400.000 km<sup>2</sup> distribuídos entre o Paraguai, Uruguai e Argentina (Milani & Zalán, 1998).

O pacote vulcano-sedimentar da Bacia do Paraná é constituído por seis grandes seqüências sedimentares: Rio Ivaí, Paraná, Gondwana I, Gondwana II, Gondwana III e Bauru (Milani, 1997). Destas, será abordada neste trabalho parte da seqüência Gondwana I, conhecida em termos

litoestratigráficos como formações Rio Bonito e Palermo do Grupo Guatá, Supergrupo Tubarão (Schneider *et al.*, 1974).

O presente estudo focalizou as rochas eopermianas da Região Centro-Oeste do Rio Grande do Sul (Fig. 1), segundo as premissas da Estratigrafia de Seqüências *sensu* Vail *et al.* (1977; 1987) e Van Wagoner *et al.* (1987; 1990). Para isto foram confeccionadas duas seções cronoestratigráficas que abrangeram a área como um todo, segundo a disponibilidade de poços e respectivos perfis de raios gama, tendo como apoio a paleontologia e a descrição de poços e afloramentos.

Para a etapa das correlações foi escolhido um *datum*, posicionado na transição entre as formações Rio Bonito e Palermo. Este *datum*, reconhecido pela sua repetitividade nas curvas de raios gama, representa provavelmente uma fase de relativa estabilidade da bacia no intervalo estudado, devendo relacionar-se com o *datum* proposto por Milani (1997), para a seqüência Permo-Carbonífera.

Na descrição de poços e afloramentos, foram identificadas dez fácies: pelitos com acamadamentos wavy e linsen (pw&l), arenitos com estratificação

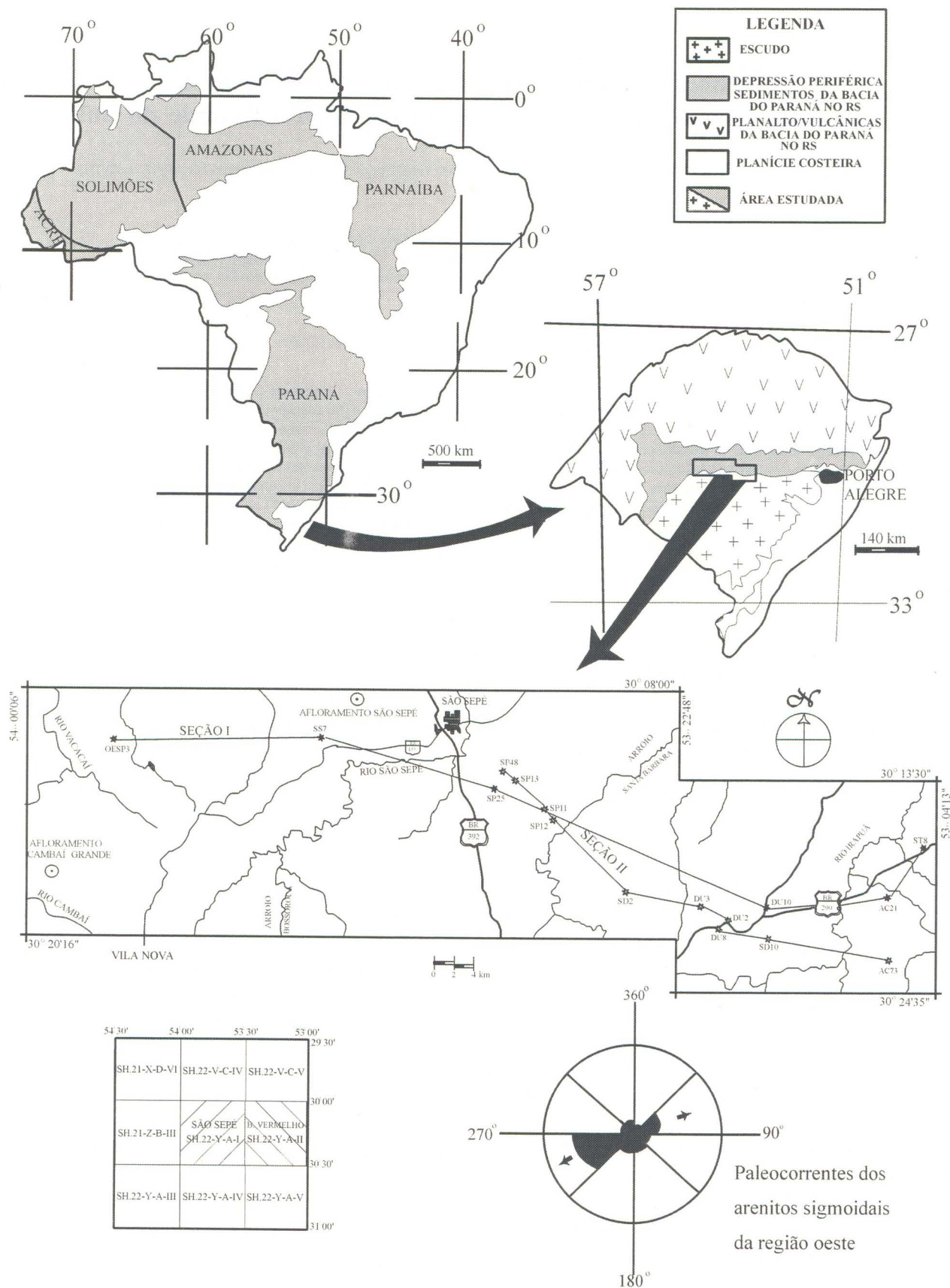


Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo.



Tabela 1 - Ilustração das fácies, associações de fácies e sistemas deposicionais descritos para a área estudada.

Fácies	Descrição	Associação de Fácies	Sistemas Deposicionais
1 - Pelitos com acamadamentos <i>wavy</i> e <i>linsen</i> (pw&l)	São pelitos em geral de cor creme a rosa. Internamente possuem acamadamentos <i>wavy</i> e <i>linsen</i> . A geometria é tabular.	pw&l + as pw&l + ac/hmc	Deltaico e/ou Estuarino Shoreface inferior a offshore influenciado por ondas de tempestade
2 - Arenitos com estratificação cruzada <i>hummocky</i> (ac/hmc)	Arenitos finos a muito finos, com maturidade textural e mineralógica. Possuem estratificação cruzada <i>hummocky</i> com comprimento de onda médio de 1 m.	ac/hmc + pw&l	Shoreface inferior influenciado por ondas de tempestade
3 - Arenitos sigmoidais (as)	Arenitos médios a grossos, medianamente a bem selecionados, com composição subarcoseana. Possuem estratificação cruzada acanalada e planar de pequeno a grande porte, com amplo espectro de paleocorrentes (0o-300o), mas com predomínio para SW. Eventualmente possuem estratificação herringbone e laminação plano-paralela. Muitas vezes, as estratificações são separadas por lags ou lentes conglomeráticas, drapes de argila ou acamadamento flaser e superfícies de reativação. Laminações cruzadas mergulhando contra os foresets das estratificações de grande porte também são comuns. A geometria é sigmoidal.	as + pw&l + ac/hmc + ac/cgp	Estuarino/Barreira, eventualmente retrabalhado por correntes induzidas por ondas de tempestade
4 - Arenitos lenticulares (al)	Arenitos grossos a muito grossos, medianamente selecionados com composição em geral arcoseana. Possuem estratificação cruzada acanalada de médio a grande porte e paleocorrentes entre 220o-270o. A geometria é lenticular.	al + cg	Fluvial braided
5 - Arenitos com estratificação cruzada de grande porte (ac/cgp)	Arenitos médios a grossos com excelente maturidade mineralógica e textural, bem como bimodalidade textural. A geometria é lenticular e a estratificação é geralmente acanalada de grande porte, com 2 padrões de paleocorrentes (270o/300o - 120o/150o).	ac/cgp + p + c&pc + as + rtm + ac/lpp + pw&l	Complexa associação faciológica representando ambiente de shoreface Superior, possivelmente relacionado a ilha de barreira
6 - Arenitos com laminação plano-paralela (ac/lpp)	Arenitos médios a finos, geralmente bem selecionados, com composição quartzo-feldspática. Possuem laminação plano-paralela e eventualmente truncada de baixo ângulo (<10o).	ac/lpp + pw&l + ac/hmc ac/lpp + c&pc + ac/cgp	Shoreface inferior afetado por ondas de tempestade Laguna/Barreira
7 - Carvão e Pelitos Carbonosos (c&pc)	O carvão é normalmente fosco e possui raras e esparsas lâminas de vitrênio. Possui altos teores de enxofre e matéria volátil. A medida do poder refletor da vitrinita mostrou valores entre 0,48-0,50, índices atribuídos a um carvão sub-betuminoso do tipo B (ASTM). Os pelitos associados possuem cores cinzas e quando mais escuros gradam para carvão. Algumas vezes são laminados, outras maciços. Contêm pólenes, esporos e restos de raízes e folhas.	c&pc + as + ac/cgp + p	Parálcos (deltas estuários, laguna/barreira...)
8 - Ritmitos (rtm)	Esta fácies compreende pelitos de cor creme a cinza em que alternam-se camadas siltico-argilosas finamente laminadas, por vezes com acamadamentos <i>wavy</i> e <i>linsen</i> e arenosas com estratificação cruzada acanalada de pequeno a médio porte e/ou truncamentos de baixo ângulo. O seu conteúdo fossilífero é composto por pelecípodes principalmente da família <i>Avecullopectinidae</i> .	rtm + pw&l + ac/hmc rtm + as	Deltaico retrabalhado por ondas de tempestade
9 - Pelitos (p)	Compõem-se de siltitos, argilitos e tonsteins (>90% de caulinita), que apresentam cor variável entre creme, rosa e cinza. Possuem laminação plano-paralela, truncada de baixo ângulo e algumas vezes ocorrem maciços. A geometria varia entre tabular e lenticular. Possuem ainda bioturbação composta dos icnogêneros <i>Isopodichnus</i> , <i>Planolites</i> e <i>Thalassinoides</i> , além das icnofácies <i>Cruziana</i> e <i>Skolithos</i> .	p + as + c&pc p + c&pc + ac/cgp	Estuarinos e Deltaicos Laguna/Barreira
10 - Conglomerados (cg)	Os diamictitos desta fácies possuem clastos de serpentinito, granito, xisto, riolito, metabasito e silito, em média com 3-5cm, imersos numa matriz arenítica. Os ortoconglomerados apresentam estratificação cruzada acanalada, têm clastos de composição vulcânica, arenítica, granítica, gnaissica, xistosa, quartzosa e intraclástica e tamanhos em torno de 2-5 cm.	cg + al	Leques aluviais Fluvial braided



cruzada *hummocky* (ac/hmc), arenitos sigmoidais (as), arenitos lenticulares (al), arenitos com estratificação cruzada de grande porte (ac/cgp), arenitos com laminação plano-paralela (ac/lpp), carvão e pelitos carbonosos (c&pc), ritmitos (rtm), pelitos (p) e conglomerados (cg) (Tab. 1).

## POSICIONAMENTO CRONOESTRATIGRÁFICO DO INTERVALO TRABALHADO

Na área estudada, as rochas da Bacia do Paraná abrangem um pacote sedimentar que se estende do Artinskiano ao Kunguriano. O limite inferior, caracterizado pela seqüência A, sobrepõe-se a sedimentitos geralmente relacionados ao Grupo Itararé, como ritmitos com seixos pingados (base dos poços ST8 e AC21 da seção I). Este limite é, historicamente, extremamente controvertido, não só no que diz respeito à existência ou não de uma discordância erosiva, mas também com relação à idade (Delaney & Gõni, 1963; Jost & Pinto, 1970; Silva Fº, 1974; Correia da Silva, 1978; Paim *et al.*, 1983; Lavina *et al.*, 1985).

A análise estratigráfica realizada por Lopes (1995) de parte da área ora analisada mostrou a existência de uma discordância erosiva no contato entre o Grupo Itararé e a Formação Rio Bonito. Na seção I é possível observá-la na base da seqüência A (Fig. 2). Este limite de seqüência corresponde à base do intervalo H3-II de Daemon & Quadros (1970), conforme os pressupostos da palinologia (Ianuzzi 1995a e b). A indicação baseia-se no advento das glossopterídeas, que marcaram a base do Permiano no Gondwana e caracterizaram um aquecimento climático, ao contrário de um clima frio como imaginado inicialmente (Guerra Sommer, 1989; Ianuzzi, 1995a e b e Guerra Sommer *et al.*, 1995). Dentro deste contexto, seria de se esperar uma grande mudança ambiental também refletida na sedimentação, com uma fácies relacionada ao degelo, sobreposta por outra relacionada ao período de maior aquecimento climático, que poderia justificar a formação de carvões.

Na Bacia do Paraná, esta mudança ambiental ocorreu no período equivalente ao intervalo H3-II, quando da passagem do Grupo Itararé para a Formação Rio Bonito. Em termos geocronológicos, corresponde ao limite Sakmariiano-Artinskiano, em torno de 268,8Ma, de acordo com a carta de Harland *et al.* (1990). Uma idade eopermiana para os

sedimentitos aqui estudados é corroborada pelo registro de bivalvos, principalmente da família Avecullopectinidae encontrados no afloramento Cambaí Grande, na região sudoeste da área (Fig. 1) (Rocha Campos, 1970a e b; Runnegar, 1972 e Elias, 1999).

O limite superior do intervalo estudado é associado ao Kunguriano (259,7 - 256,1Ma, Harland *et al.*, 1990), devido a presença dos pólenes *Hamiapollenites* e *Luekisporetites virkkiae*, bem como de bivalvos também típicos do Permiano (*Astartilla cloesii*) encontrados no afloramento de São Sepé na região norte da área (Fig.1) (Marques Toigo, 1988 e Simões, 1992).

Desta forma, o conjunto sedimentar estudado acumulou-se num período máximo de aproximadamente 12Ma. Como quatro seqüências foram reconhecidas, estimou-se uma média de 2-3Ma para cada uma delas, considerando a possibilidade de que os hiatos não sejam maiores do que 1Ma. Assim as seqüências seriam de 3ª ordem segundo os critérios de Vail *et al.* (1991) e Plint (1996) em termos temporais e conforme o arcabouço proposto por Milani (1997) para a Bacia do Paraná. Neste contexto, as parasseqüências que formam as seqüências, correspondem provavelmente a intervalos de tempo menores que 1Ma, o que poderia relacioná-las a ciclos com episodicidades de 4ª e 5ª ordem.

## SEQÜÊNCIAS

### Seqüência A

A seqüência A (basal) é mais bem documentada na seção I (Fig. 2), ocorrendo de forma incompleta na seção II (Fig. 3). Seu limite inferior tem caráter discordante e erosivo com a seqüência sotoposta e foi definido em função do nítido contraste de fácies e do truncamento erosional das parasseqüências do pacote subjacente. Na seqüência A foram delimitadas três parasseqüências, A1, A2 e A3 que auxiliaram na identificação dos seus tratos de sistemas.

A parasseqüência A1 é composta basicamente pela fácies de arenitos sigmoidais (as) interdigitada com pelitos com acamadamentos *wavy* e *linsen* (pw&l). Representam barras associadas à migração de canais de maré em um ambiente estuarino, que grada para um ambiente de *shoreface* inferior a *offshore*. Foi observado na sua base um contato erosivo no poço DU10 e contatos nítidos



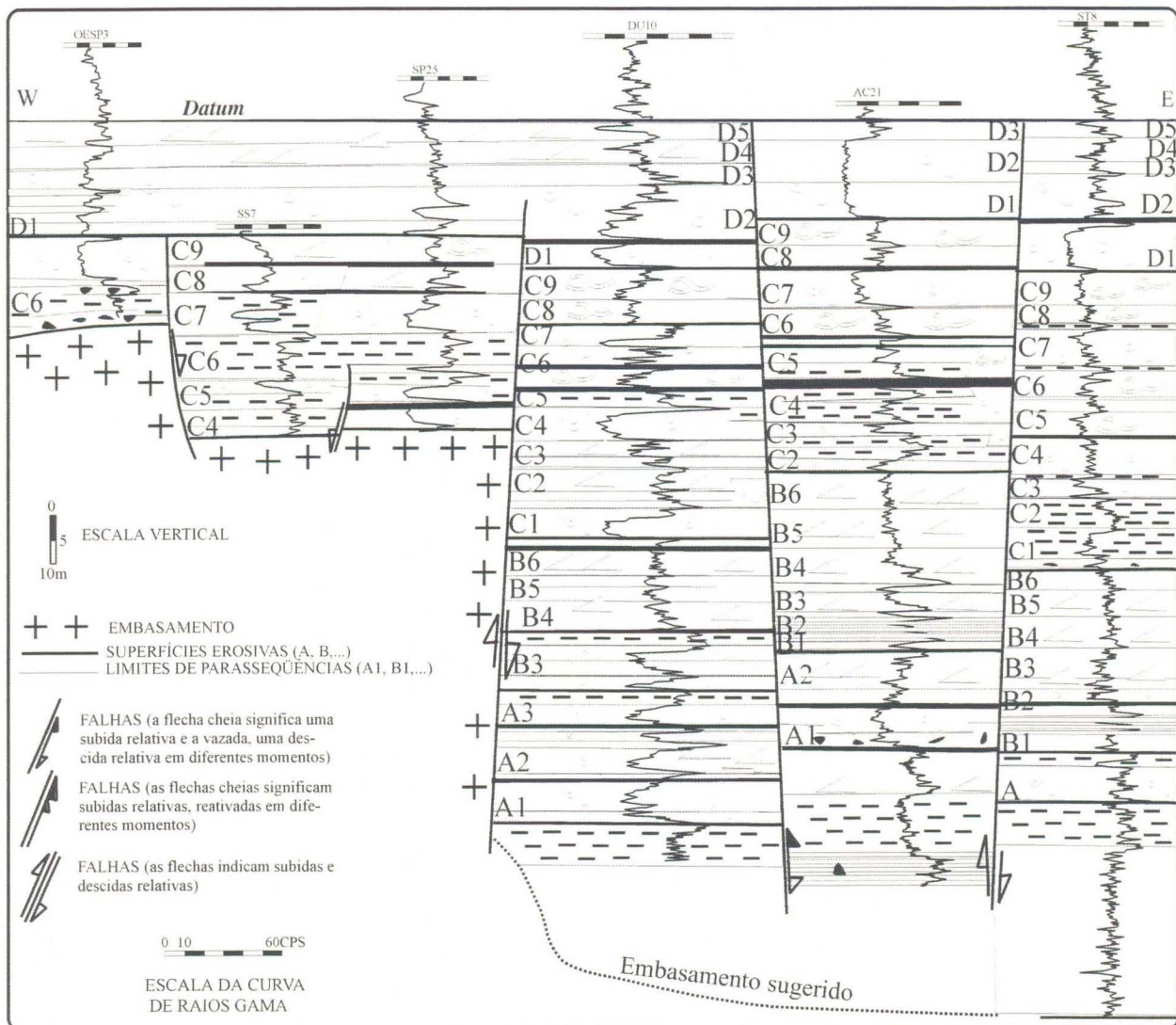


Figura 2 - Esquema de correlação regional da seção I da Bacia do Paraná na região de estudo, mostrando as associações de fácies em relação as seqüências e paraseqüências (Escala horizontal ver na Fig. 1).

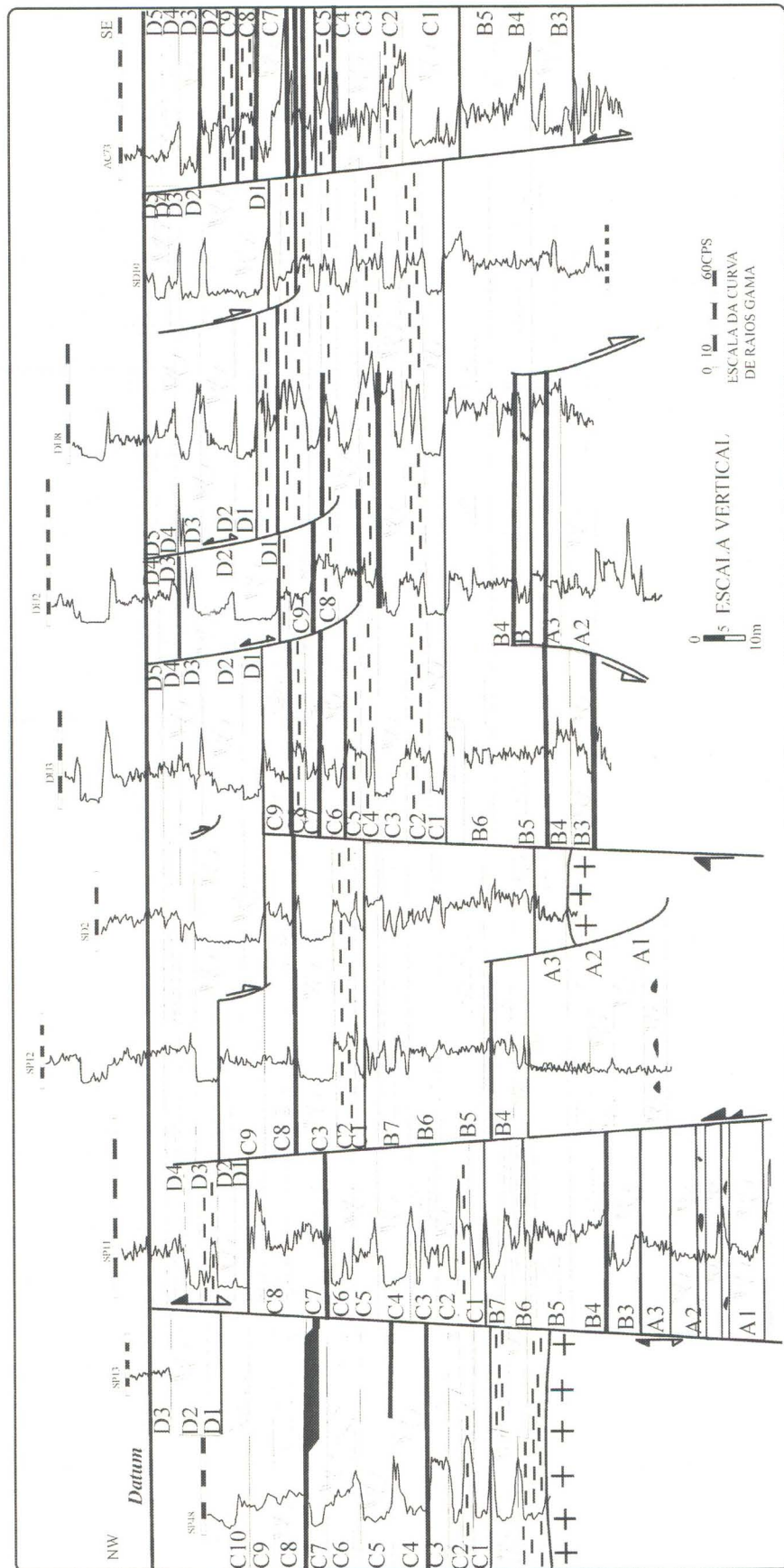


Figura. 3 - Esquema de correlação e associação de fácies da seção II no Paleovale do Capané, na região estudada (Escala horizontal ver na Fig. 1).



nos poços AC21 e SP11 (das seções I e II). O topo da parassequência A1 é marcado por uma camada de pelito com acamadamentos *wavy* e *linsen* que caracteriza um evento de inundação.

A parassequência A2 é caracterizada por arenitos lenticulares (al), por vezes interdigitados com ortoconglomerados (cg) formando ciclos *finning upward*, bem como com pelitos (p) e pelitos com acamadamentos *wavy* e *linsen* (pw&l). Essa associação sugere a instalação de um sistema fluvial *braided*, decorrente possivelmente de soerguimentos da área fonte e/ou rebaixamento do nível de base. O topo desta parassequência é definido por uma camada de carvão, que grada lateralmente para pelitos (p) e pelitos com acamadamentos *wavy* e *linsen*, que são interpretados como depositados em decorrência de um evento de inundação.

As parassequências A1 e A2 são sobrepostas pela parassequência A3, que se encontra quase totalmente erodida, portanto, com o topo coincidente com a superfície erosiva que limita a parte superior da sequência A e início da sequência B. Os arenitos desta parassequência (principalmente na seção II), além de possuírem estratificações cruzadas de baixo ângulo, que caracterizam retrabalhamentos por ondas, incluem também lentes conglomeráticas, que podem ser similares ao *lag* transgressivo sugerido por Plint (1996), que marcaria a superfície transgressiva (ou superfície de ravinamento) em um ambiente de *shoreface*. Isto também é sugerido pela associação lateral com pelitos (p) e pelitos com acamadamentos *wavy* e *linsen*.

Em decorrência do padrão de empilhamento das parassequências A1 e A2 ser agradacional a progradacional, sugere-se que a sequência A tenha iniciado por um trato de sistemas de mar baixo, que a partir da parassequência A3 grada para um trato de sistemas transgressivo. O trato de sistemas transgressivo é marcado pelo *lag* transgressivo da parassequência A3 e pelo início de um padrão retrogradacional, conforme mostrado pelo poço DU10 (seção I), o qual praticamente não se preservou devido à erosão (Fig. 4).

Bacias com perfil em rampa como a do Paraná têm área plataformar com ângulos muito baixos. Tendo em vista esta questão, Posamentier *et al.* (1992) e Plint (1996) sugerem que para um ângulo de 0,5° na região do *shoreface*, uma queda relativa do nível do mar da ordem de 10 m ocasionaria um recuo da linha de costa de aproximadamente 1 km para dentro da bacia. Caso houvesse também

exposição da região de *offshore*, com declive de 0,2°, o recuo poderia alcançar até 29 km. Essa situação, aplicada a sequência A, poderia justificar a falta de um trato de sistemas transgressivo bem desenvolvido e do trato de sistemas de mar alto.

## Sequência B

A sequência B foi subdividida em sete parassequências (Fig. 4). A parassequência mais inferior (B1) é melhor observada na seção I (Fig. 2), e é constituída pela fácies de ritmitos (rtm). Na sua base, limite com a sequência anterior, esta parassequência apresenta contato nítido, e no seu topo ocorre uma camada de carvão relacionada a um evento de inundação.

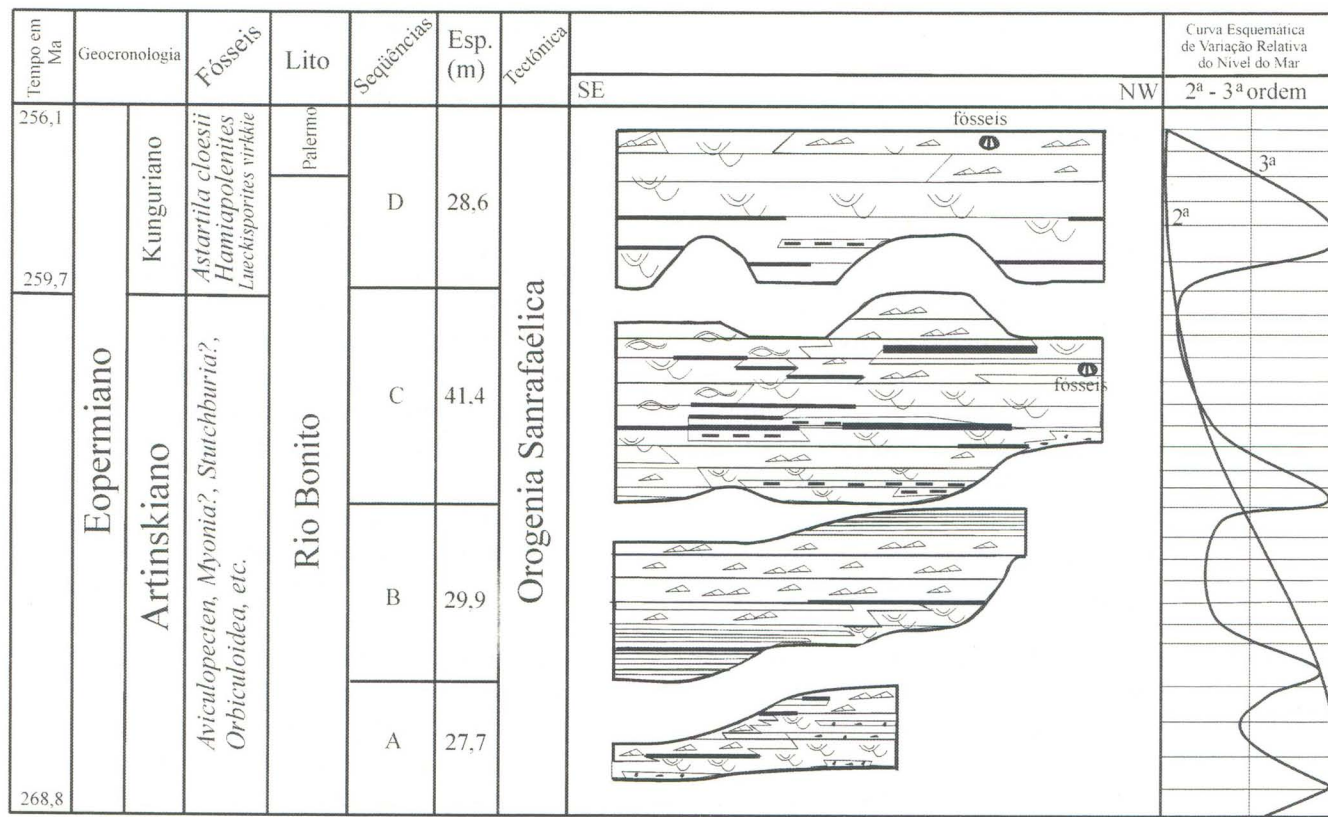
As parassequências B3 e B4, na seção II (Fig. 3), correspondem aos arenitos sigmoidais (as) e pelitos (p), por vezes interdigitados com pelitos com acamadamentos *wavy* e *linsen* (pw&l). Na parassequência B3, o contato (com a sequência anterior) é erosivo nos poços SP11, SP12 e DU3 (seção II) e nítido no poço DU8 (seção II); e uma camada de carvão marca o evento de inundação, e é visível apenas no poço SP11. Na parassequência B4, as camadas de carvão ocorrem desde a sua parte média até o seu topo. Na seção I as parassequências B2 e B3 são compostas principalmente pela fácies de ritmitos, sendo que a parassequência B2, em alguns locais (poço DU10), tem na base contato erosivo (com a sequência anterior) e no topo uma camada de carvão, que marca o evento de inundação. A parassequência B4 na seção I é composta pelos pelitos com acamadamentos *wavy* e *linsen* e no poço DU10 apresenta uma camada de carvão em sua parte média.

As fácies relacionadas às parassequências B5 e B6 são constituídas pelos pelitos com acamadamentos *wavy* e *linsen*, e as da parassequência B7 pelos ritmitos.

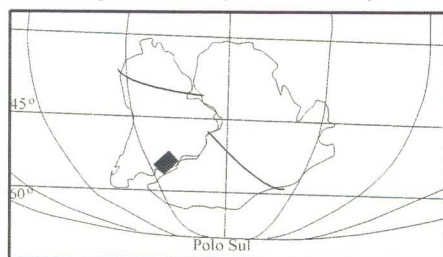
A partir da análise das associações de fácies e padrão de empilhamento das parassequências, foram reconhecidos para a sequência B os tratos de sistemas de mar baixo, transgressivo e de mar alto (Fig. 4).

O trato de sistemas de mar baixo provavelmente está relacionado à parassequência B1, caracterizada pelos ritmitos (rtm) correspondentes a sistemas deltaicos e/ou estuarinos. As parassequências B2, B3 e B4 correspondem, nas regiões mais distais, aos ritmitos, e nas regiões mais proximais, aos arenitos





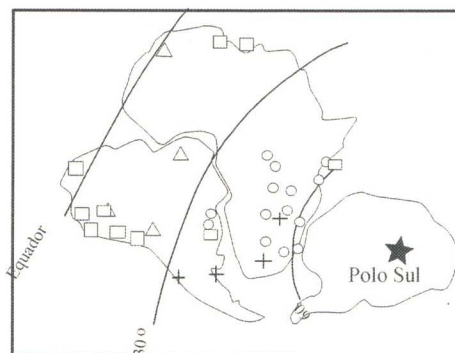
Mapa Paleogeográfico do Eopermiano (Artinskiano)



Modificado de Scotese & Mckerrrow (1990)

— Coordenadas atuais  
 ■ Área da Bacia do Paraná no RS

Mapa Paleoclimático do Eopermiano



Modificado de Scotese & Barrett (1990)

□ Carbonatos  
 ○ Carvão  
 △ Evaporitos  
 + Tilitos

Figura 4 - Carta Cronostratigráfica da Bacia do Paraná na região estudada (base das informações geocronológicas e bioestratigráficas conforme Harland *et al.*, 1990; Marques-Toigo, 1988; Iannuzzi, 1995a e b; Rocha Campos, 1970 e Runegar, 1972).

sigmoidais (as) interdigitados com os pelitos com acamadamentos *wavy* e *linsen* (pw&l). Estas definem um conjunto que embora caracterize o mesmo sistema deposicional discutido para a parassequência B1, exibe um padrão retrogradacional próprio do trato de sistemas transgressivo.

O topo do trato de sistemas transgressivo, que se constitui na superfície de inundação máxima da sequência, é caracterizado por minerais autigênicos como glauconita, fosfatos e siderita, sedimentos pelágicos, estruturas de bioturbação, concentrações anômalas de esmectitas e contagens altas nas curvas de raios gama (conforme sugerido por Vail *et al.*, 1991 e Plint, 1996). Destas características, a contagem alta das curvas de raios gama e a concentração de esmectitas, registradas na parte superior da parassequência B4, sugerem o topo do trato de sistemas transgressivo. A evolução dos sistemas deposicionais mostra o ambiente de *shoreface* migrando cada vez mais no sentido do continente, até a instalação, no topo da parassequência B4, da superfície de máxima inundação. Torna-se importante considerar que tanto a base quanto o topo do trato de sistemas transgressivo são marcados por camadas de carvão, que podem estar refletindo as fases de aumento relativo do espaço de acomodação da bacia (Fig. 4).

A partir das parassequências B5 e B6, o retorno do padrão agradacional das parassequências em associação a um ambiente de *shoreface* inferior a *offshore*, marcado pelos pelitos com acamadamentos *wavy* e *linsen*, localizadamente interdigitados com os pelitos (p) (Fig. 3), sugerem a instalação do trato de sistemas de mar alto. A parassequência B7, correspondente aos ritmitos, provavelmente indica sistemas deltaicos e o início da progradação de mar alto, a qual conduzirá ao preenchimento do espaço disponível. Se a taxa de sedimentação exceder à taxa de criação de espaço ocorrerá então uma regressão.

Esta regressão poderá se dar de dois modos (Van Wagoner *et al.*, 1987). Se a taxa de queda eustática exceder a taxa de subsidência da linha de costa, a incisão fluvial pode ocorrer, formando primeiramente o trato de sistemas de estágio de queda (*falling stage system tract*) ou mar baixo inicial (*early lowstand*), seguido pelo trato de sistemas de mar baixo. Por outro lado, se a taxa de queda eustática não exceder à taxa de subsidência da linha de costa, o trato de sistemas de mar baixo também ocorrerá, porém sem a ocorrência de incisão fluvial (Plint, 1996).

No caso do topo da sequência B e início da sequência C, esta última situação, a ausência de incisão fluvial, parece ser a mais indicada. Esta hipótese pode ser corroborada pela ausência de mudança abrupta nas fácies, ou seja, o último sistema da sequência B é um sistema transicional (deltaico), e o sistema do início da sequência C é igualmente transicional (estuarino). Também deve-se ter em consideração a preservação parcial do trato de sistemas de mar alto da sequência B, o que pode sugerir que não houve um rebaixamento muito grande do nível do mar, pois do contrário, neste tipo de bacia (rampa) este provavelmente não se preservaria.

## Sequência C

A sequência C é a mais bem representada na área, tanto em afloramento quanto em testemunhos, ocorrendo nas duas seções (Figs. 2 e 3). Foram separadas 10 parassequências, as quais contêm diversas ocorrências de carvão, constituindo-se desta forma, na unidade de maior importância econômica para este bem mineral.

A parassequência C1 tem na base (poço ST8) uma camada ortoconglomerática (cg) de ocorrência local, que grada lateralmente para a fácies de arenitos sigmoidais (as), estando ambas recobertas por pelitos (p). Esta fácies apresenta contato basal erosivo no poço SP13 (seção I) e nítido nos poços DU10, AC21 (seção I), SP11, SP12, DU3 e DU8 (seção II) (Figs. 2 e 3).

A parassequência C2 é composta pelos pelitos com acamadamentos *wavy* e *linsen* (pw&l), interdigitados lateralmente a pelitos (p) e aos arenitos sigmoidais. A parassequência C3 também é caracterizada pelas mesmas fácies da parassequência anterior, tendo algumas diferenças locais. O seu topo é marcado por uma camada de carvão descontínua, melhor observada na seção II (Fig. 3).

A parassequência C4 tem como principais fácies os arenitos com estratificação cruzada de grande porte (ac/cgp), associados, por vezes, aos arenitos com laminação plano-paralela (ac/lpp). Em alguns locais essa parassequência pode ter ortoconglomerados em sua base ou ser sobreposta pelos ritmitos (rtm) portadores de fósseis, exemplificados pelo afloramento Cambaí Grande (por correlação de poços e afloramentos). O seu topo pode ainda ser marcado por camadas de carvão descontínuas, como mostrado nos poços ST8, SP13 e DU2. Provavelmente por motivos tectônicos relacionados a



soerguimentos e erosão, ela não ocorre nos poços SP12 e SD2 (Figs. 2 e 3).

A parassequência C5 tem uma faciologia que compreende os arenitos sigmoidais, interdigitados ora aos pelitos (p), ora aos pelitos com acamadamentos *wavy* e *linsen* e arenitos com estratificação cruzada *hummocky* (ac/hmc). Apresenta camadas de carvão descontínuas tanto na sua parte média quanto no seu topo. Como a parassequência anterior, esta também encontra-se ausente nos poços SP12 e SD2.

Em termos faciológicos, a parassequência C6 constitui-se principalmente dos arenitos sigmoidais interdigitados lateralmente aos arenitos com estratificação cruzada *hummocky* e em alguns locais aos pelitos (p) e pelitos com acamadamentos *wavy* e *linsen*, tendo, na seção II (Fig. 3), o topo caracterizado por uma camada de carvão descontínua, observável nos poços DU3, DU2 e AC73.

A parassequência C7 tem um padrão de fácies semelhante ao da parassequência anterior, à exceção do carvão (que marca o evento de inundação) e ocorre apenas nos poços AC21, DU10, SS7 e SP25 (Fig. 2). As parassequências C6 e C7 estão igualmente ausentes nos poços SP12 e SD2 sendo que a parassequência C7 também está ausente no poço DU2, provavelmente por motivos tectônicos (soerguimento e erosão).

O conjunto de fácies das parassequências C8 e C9 é composto por praticamente as mesmas fácies já comentadas para as parassequências C6 e C7, exceto que a parassequência C8 apresenta uma camada de carvão descontínua em seu topo, nos poços SS7, SP25, DU2 e DU3. Por fim, a parassequência C10 ocorre somente no poço SP13 da seção II (Fig. 3), e é constituída pela fácies de pelitos com acamadamentos *wavy* e *linsen*.

Nesse contexto, é sugerido que a parassequência C1 componha um sistema estuarino desenvolvido no início do trato de sistemas transgressivo. As parassequências C2, C3 e C4 compõem um sistema deposicional do tipo laguna/barreira, e têm um padrão de empilhamento basicamente retrogradacional, formado provavelmente durante o trato de sistemas transgressivo. O topo do trato de sistemas transgressivo desta sequência é evidenciado na parte superior da parassequência C4, onde é marcado por contagens altas nas curvas de raios gama e concentrações elevadas de esmectitas. Por fim, o padrão de empilhamento predominantemente progradacional das parassequências C5, C6 e C7, aliado à presença de fácies de ambientes

litorâneos (estuários e deltas), que programam cada vez mais para dentro da bacia, sugerem a caracterização do trato de sistemas de mar alto (Fig. 4).

Por outro lado, a interdigitação entre fácies marinhas mais rasas com marinhas mais profundas verificada nas parassequências C8, C9 e C10, juntamente com o padrão de empilhamento principalmente agradacional a retrogradacional, sugerem o aumento relativo do nível do mar, ao invés do esperado rasamento relativo. Neste caso, é aventada a hipótese de que outros fatores tenham de alguma forma alterado a sedimentação local. As seções, como um todo, mostram-se extremamente falhadas, inclusive com erosões associadas a estes falhamentos (e.g poços SP12 e SD2). Portanto, é possível que estas falhas tenham provocado uma subsidência tectônica nas áreas afetadas, gerando assim, uma subida relativa do nível do mar neste ponto. Outra hipótese seria a interferência de processos paleoclimáticos de alta resolução relacionados aos ciclos de Milankovitch.

No contexto da sequência C, a camada mais espessa de carvão ocorre no início do trato de sistemas transgressivo, o que é compatível com os modelos propostos por Vail *et al.* (1991), Plint (1996), Bohacs & Suter (1997) e Holz (1998). As camadas mais finas e descontínuas, embora mais frequentes, ocorrem no final do trato de sistemas transgressivo até o meio do trato de sistemas de mar alto, tal como proposto no modelo de Bohacs & Suter (1997). Camadas de carvão também ocorrem associadas ao novo pulso de subida relativa do nível do mar a partir da parassequência C8, o que seria de se esperar, já que neste ponto é interpretado um aumento no espaço de acomodação, proporcionando condições favoráveis para a preservação da matéria orgânica.

Uma questão fica ainda em aberto com relação ao carvão. Por que é somente na sequência C que sua presença ocorre com maior frequência e intensidade? Possivelmente a resposta a esta questão esteja fora da escala deste trabalho, ou seja, em uma escala de 4ª ou 5ª ordem de variação relativa do nível do mar (alta resolução), devendo refletir fenômenos de variações paleoclimáticas.

## Sequência D

O limite superior desta sequência é o *datum* escolhido, posicionado na transição das formações Rio Bonito e Palermo. Esta sequência teve individualizadas cinco parassequências (Figs. 2 e 3).



As parassequências D1 e D2 tem fácies relacionadas aos arenitos sigmoidais (as), que na região mais a oeste interdigitam-se por vezes com pelitos com acamadamentos *wavy* e *linsen* (pw&l). A parassequência D1 tem contato erosivo com a sequência anterior nos poços OESP3 (Fig. 2) e SP13 (Fig. 3) e nítido nos poços, DU10, AC21 (Fig. 2), SP11, SP12, DU3, DU8 (Fig. 3).

Uma importante característica destes arenitos é o seu espessamento em algumas parassequências. Para explicar esta situação tem-se duas sugestões: a) como já comentado, a região estudada é bastante falhada. Estas falhas devem ter afetado a sedimentação e propiciado o espessamento destas parassequências, como mostrado nos poços AC21 e ST8 da seção I (Fig. 3). Este espessamento foi decorrente provavelmente de zonas de estiramento relativo, onde houve a possibilidade de formação de pequenas bacias por subsidência tectônica local, seguido por inversão estrutural fraca, conforme os modelos propostos por Cook & MacLean (1996) e Holdsworth *et al.* (1997). As paleocorrentes da região oeste da área estudada tem uma componente forte para a direção SW (Fig. 1), e esta atitude poderia de certo modo confirmar o controle tectônico da área; b) como outra possibilidade, pode-se aventar que o crescimento destes corpos de areia tenha sido favorecido pelas tempestades de inverno e que a direção de NE para SW seja o sentido principal das correntes induzidas pelas tempestades, conforme o modelo proposto por Lavina *et al.* (1985) e Lavina & Lopes (1987), ou ainda, que os dois fatores tenham se combinado.

As parassequências D3, D4 e D5 tem as mesmas fácies das parassequências anteriores, exceto que em sentido ao topo (*datum*), a fácies de pelitos com acamadamentos *wavy* e *linsen* começa a predominar. O afloramento fossilífero de São Sepé é relacionado por correlação a este conjunto de parassequências. Uma feição interessante da fácies de pelitos com acamadamentos *wavy* e *linsen* (Formação Palermo s.s.) associada às parassequências D3, D4 e D5, consiste no fato de que essa quase sempre é limitada por falhas (Figs. 2 e 3). Portanto, é possível que a tectônica responsável pelo espessamento das parassequências anteriores tenha também controlado a fácies em questão nessas parassequências.

O conjunto de parassequências que formam a sequência D, associado à faciologia, sugere inicialmente um trato de sistemas de mar baixo correspondente a um padrão agradacional a progradacional e

um sistema deposicional estuarino (parassequências D1 e D2). A seguir desenvolveu-se o trato de sistemas transgressivo (parassequências D3, D4 e D5), com um padrão basicamente retrogradacional, caracterizado pelo predomínio de ambientes marinhos cada vez mais distais (*offshore*), representados pelos pelitos com acamadamentos *wavy* e *linsen* (Fig. 4).

## TECTÔNICA

Por definição, as bacias intracratônicas como a do Paraná desenvolvem-se sobre embasamentos essencialmente estáveis, que, entretanto, guardam inúmeras discontinuidades herdadas de atividades tectônicas pretéritas. A reativação de falhamentos antigos tem sido objeto de diversos trabalhos recentes, como por exemplo Cook & MacLean (1996) e Holdsworth *et al.* (1997). Tendo em vista esta situação, a discussão a seguir se deterá nas reativações tectônicas e a sua influência na sedimentação da área de estudo.

Conforme Holdsworth *et al.* (1997), reativação envolve a acomodação de eventos de deslocamento separados por intervalos maiores que 1Ma, ao longo de falhas pré-existentes. Por esta definição, é possível inferir que as reativações ocorrem na mesma ordem que as variações eustáticas de 3ª ordem (1-10Ma).

Por outro lado, parece evidente que a sedimentação na área de estudo, em certos momentos, foi afetada por falhamentos. A influência de falhamentos sindeposicionais é presente em praticamente todas as seções, na forma de espessamentos (*e.g.* poços AC21 e ST8 da seção I), adelgaçamentos por erosão, como na seção II; ou na forma de deslocamentos laterais de fácies como é possível se observar em todas as seções. Estes exemplos formam o que Holdsworth *et al.* (1997) designaram como “evidências estratigráficas de reativações”.

Pelo que é possível determinar através das seções, os rejeitos verticais inversos nunca foram maiores que 30 m, e os normais nunca maiores que 10 m. Deve-se levar em consideração, contudo, que não foi possível determinar se estes rejeitos são reais ou aparentes. A condição atual dos afloramentos da área não favorece à observação desses falhamentos. Entretanto, os afloramentos nos quais foi possível medir atitudes mostraram mergulhos baixos do plano de falha, em torno de 10°-30°, compatíveis com basculamentos de blocos, e direções NE-SW, E-W, N-S e NW-SE.



A partir da constatação da existência de falhas sindeposicionais nas seções, junto com as medidas tomadas nos afloramentos, tentou-se verificar em fotografias aéreas da área se haveria algum tipo de similaridade geométrica. Conforme Holdsworth *et al.* (1997), “similaridade geométrica” consiste em outro critério para o reconhecimento de reativações, o qual só pode ser utilizado quando associado a outros critérios, como o estratigráfico, por exemplo. Pelo que foi possível se interpretar do mosaico, existem três *trends* principais de lineamentos, NE/SW, E/W e NW/SE.

Alguns trabalhos na Bacia do Paraná já descreveram estes *trends* e a sua influência na sedimentação, como Zalán *et al.* (1990; 1991). No Rio Grande do Sul, trabalhos como os de Lavina & Lopes (1987), Alves (1994), Menezes (1994), Lopes (1995) e Holz (1998) também comentam sobre o controle tectônico da sedimentação da Bacia do Paraná no intervalo Eopermiano. Destes, Lopes (1995) e Holz (1998) são os únicos que associam este controle com a tectônica tardiherciniana aventada por Zalán *et al.* (1991) e aos ciclos de 3ª ordem de variação relativa do nível do mar. Contudo, apenas Lavina & Lopes (1987) e Lopes (1995) sugerem que os processos de soerguimento isostático do Escudo Sul-Rio-Grandense, devido ao alívio de carga produzido pela capa de gelo relacionada à glaciação neocarbonífera/eopermiana (glacioisostasia), também poderia gerar as mesmas taxas.

No entanto, recentes trabalhos, têm mostrado a dificuldade da utilização do termo Orogenia Tardi-Herciniana (termo definido para a Laurasia) para o Gondwana, principalmente pela incompatibilidade temporal, já que esta abrange o Permo-Triássico (250-240Ma). Desta forma, López-Gamundi *et al.* (1994) e Milani & Ramos (1998) sugerem que para o Eopermiano, o termo Orogenia Sanrafaélica (275-250Ma) seria mais apropriado, tanto em termos temporais quanto locais, pois esta última é definida para a parte sul do Gondwana.

## CONCLUSÕES

Tendo em vista a caracterização e interpretação dos sedimentitos das formações Rio Bonito e Palermo na região Centro-Oeste do Rio Grande do Sul, entre as cidades de São Sepé e Vila Nova, as seguintes considerações foram possíveis:

- Foram delimitadas quatro seqüências deposicionais de 3ª ordem que depositaram-se durante o

intervalo Artinskiano-Kunguriano, de acordo com os fósseis encontrados nos afloramentos das regiões de São Sepé e Cambaí Grande (Vila Nova). Essas seqüências foram denominadas informalmente, da base para o topo, de A, B, C e D.

- A seqüência A é constituída por três parasseqüências, A1, A2 e A3. A parasseqüência A1 apresenta fácies ligadas a sistemas estuarinos (e/ou deltaicos), a parasseqüência A2 compreende fácies de um sistema fluvial *braided*, e a parasseqüência A3 contém fácies relacionadas ao início da instalação de um sistema marinho raso (*shoreface*). De modo geral, esta seqüência inicia pelo trato de sistemas de mar baixo e, a partir do topo da parasseqüência A2, grada para o trato de sistemas transgressivo.
- A seqüência B foi separada em sete parasseqüências. As parasseqüências B1, B2, B3 e B4 representam um sistema deposicional estuarino e/ou deltaico, as parasseqüências B5 e B6 um sistema deposicional marinho raso e a parasseqüência B7 um sistema deposicional deltaico. O trato de sistemas de mar baixo dessa seqüência corresponde à parasseqüência B1, seguindo-se o trato de sistemas transgressivo, representado pelas parasseqüências B2, B3 e B4 e, por fim, pelo trato de sistemas de mar alto caracterizado pelas parasseqüências B5, B6 e B7.
- A seqüência C foi subdividida em dez parasseqüências. As parasseqüências C1, C2, C3 e C4 representam um sistema deposicional do tipo laguna/barreira, formado durante o trato de sistemas transgressivo. As parasseqüências C5, C6 e C7, relacionadas a ambientes estuarinos e/ou deltaicos, caracterizam o trato de sistemas de mar alto. Por outro lado, a interdigitação entre fácies marinhas mais rasas com marinhas mais profundas, verificada nas parasseqüências C8, C9 e C10, sugere o aumento relativo do nível do mar, ao invés do esperado rasamento relativo. Nesse caso, é aventada a hipótese de que outros fatores possam ter alterado a sedimentação local, como os falhamentos que afetaram grandemente esta seqüência, e/ou controles paleoclimáticos.
- Com relação ao carvão, é na seqüência C que ele ocorre mais bem desenvolvido, não só mais espesso, mas também com maior frequência. Isso se deve possivelmente à interferência de processos de uma escala de 4ª ou 5ª ordem de variação relativa do nível do mar, relacionados a fatores paleoclimáticos.



- A seqüência D, por sua vez, que tem como limite superior o *datum*, teve individualizadas cinco parasseqüências. As parasseqüências D1 e D2 apresentam fácies relacionadas a um sistema deposicional estuarino e a um trato de sistemas de mar baixo, e as parasseqüências D3, D4 e D5 caracterizam ambientes marinho rasos (“Mar” Palermo *s.s.*) e o trato de sistemas transgressivo.
- As seqüências aqui descritas tiveram como principais controles a eustasia (glacio) com alguma influência da tectônica (local), que pode ter agido tanto em separado quanto em conjunto na definição das suas descontinuidades. O clima foi importante tanto na formação das camadas de carvão (clima úmido), quanto na associação com a tectônica na erosão das rochas do embasamento e da própria bacia.

**Agradecimentos** - Os autores agradecem ao Curso de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar da UNISINOS; ao CNPq, pela concessão da bolsa de mestrado; à CPRM e ao DNPM, pela disponibilização de dados e poços e a todos os funcionários e amigos que de alguma forma ajudaram na elaboração desse trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, R. G. 1994. **Correlação Estratigráfica de alta Resolução Aplicada ao Permiano Inferior da Bacia do Paraná, na Região de Candiota, Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 1994. 114p. Dissertação de Mestrado em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Bohacs, K. & Suter, J. 1997. Sequence Stratigraphic Distribution of Coaly Rocks: Fundamental Controls and Paralic Examples. **AAPG Bulletin**, 81(10):1612-1639.
- Cook, D. G. & MacLean, B. C. 1996. Mid-continent tectonic inversions, Northwest Territories, Canada. **Journal of Structural Geology**, 18(6):791-802.
- Corrêa da Silva, Z. C. 1980. Observações sobre o Grupo Tubarão no Rio Grande do Sul com Especial Destaque à Estratigrafia da Formação Itararé. **Pesquisas**, 9:9-61.
- Daemon, R. F. & Quadros, L. P. 1970. Bioestratigrafia do Neopaleozóico da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 24, 1970, Brasília. **Anais...** Brasília, SBG. 1970. v.1, p. 359-412.
- Delaney, P. J. V. & Göni, J. C. 1963. Correlação Preliminar entre as Formações Gonduânicas do Uruguai e Rio Grande do Sul, Brasil. **Boletim Paranaense de Geografia**, 11(9):3-21.
- Elias, A. R. D. 1999. **Estratigrafia de Seqüências e Proveniência das Rochas Eopermianas da Bacia do Paraná na Região Centro-Oeste do Rio Grande do Sul, Brasil**. São Leopoldo, 2v. Dissertação de Mestrado em Geologia Sedimentar, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade do Vale do Rio dos Sinos.
- Guerra-Sommer, M. 1989. Megafloras ocorrentes em horizontes associados a carvões no Rio Grande do sul. **Acta Geológica Leopoldensia**, 29(12):93-122.
- Guerra-Sommer, M.; Cazzulo-Klepzig, M. & Marques-Toigo, M. 1995. Palaeoclimatic implications of Lycophyta in the Gondwana of Southern Brazil. **Pesquisas**, 22(1-2):21-31, 1995.
- Harland, W. B.; Armstrong, R. L.; Cox, A. V.; Craig, L. E.; Smith, A. G. & Smith, D. G. 1990. **A geologic time scale 1989**. Cambridge, Cambridge University Press, 131p.
- Holdsworth, R. E.; Butker, C. A. & Roberts, A. M. 1997. The recognition of reactivation during continental deformation. **Journal of the Geological Society**, 154:73-78.
- Holz, M. 1998. The Eo-Permian coal seams of the Parana Basin in southernmost Brazil: An analysis of the depositional conditions using sequence stratigraphy concepts. **International Journal of Coal Geology**, 36:141-163.
- Iannuzzi, R. 1995a. O Limite Permo-Carbonífero em termos paleoflorísticos (mega e microfloras) na Bacia do Paraná: Parte 1: Revisão do Conceito. In: SIMPÓSIO SOBRE CRONOSTRATIGRAFIA DA BACIA DO PARANÁ, 2., Porto Alegre. **Resumos...** Porto Alegre, SBG. p.78-80.
- Iannuzzi, R. 1995b. O Limite Permo-Carbonífero em termos paleoflorísticos (mega e microfloras) na Bacia do Paraná: Parte 2: Críticas e Conclusões. In: SIMPÓSIO SOBRE CRONOSTRATIGRAFIA DA BACIA DO PARANÁ, 2., Porto Alegre. **Resumos...** Porto Alegre, SBG. p.81-84.
- Jost, H. & Pinto, J. F. 1970. Geologia da Folha Estância da Barra, São Gabriel - Rosário do Sul - R.G.S. e Geologia da folha Suspiro, São Gabriel - Lavras do Sul - R.G.S. **Boletim da Escola de Geologia da Universidade do Rio Grande do Sul**, 17:1-75.
- Lavina, E. L. C. & Lopes, R. da C. 1987. A Transgressão Marinha do Permiano Inferior e a Evolução Paleogeográfica do Supergrupo Tubarão no Estado do Rio Grande do Sul. **Paula-Coutiana**, 1:51-103.
- Lavina, E. L. C.; Nowatzki, C. H.; Santos, M. A. A. & Leão, H. Z. 1985. Ambientes de Sedimentação do Super-Grupo Tubarão na Região de Cachoeira do Sul, RS. **Acta Geológica Leopoldensia**, 9(21):5-75.
- Lopes, R. da C. 1995. **Arcabouço Aloestratigráfico para o Intervalo “Rio Bonito-Palermo” (Eopermiano da Bacia do Paraná), entre Butiá e São Sepé, Rio Grande do Sul**. São Leopoldo, 254p. Dissertação de Mestrado em Geologia Sedimentar, Centro de Ciências Tecnológicas, Universidade do Vale do Rio dos Sinos.
- Lópes-Gamundi, O. R.; Espejo, I. S.; Conaghan, P. J.; Powell, C. M. A. & Veevers, J. J. 1994. Southern South America. In: Veevers, J. J. & Powell, C. M. A. (eds.). **Permian-Triassic Pangean basins and foldbelts along the Panthalassan margin of Gondwanaland**. Colorado, Geological Society of America. p.281-329. (Mémorial 184).
- Marques-Toigo, M. 1988. **Palinologia, Bioestratigrafia e Paleocologia do Neopaleozóico da Bacia do Paraná nos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, Brasil**. Porto Alegre, 259p. Tese de Doutorado em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Menezes, J. R. C. 1994. **Estratigrafia de Seqüências em Dados de Sondagem: aplicação ao Permiano da Bacia do Paraná na Região de Candiota (RS)**. Porto Alegre, 124p. Dissertação de Mestrado em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Milani, E. J. 1997. **Evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozóica do Gondwana sul-ocidental**. Porto Alegre, 255p. Tese de Doutorado em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Milani, E. J. & Ramos, V. A. 1998. Orogenias Paleozóicas no Domínio Sul-Occidental do Gondwana e os ciclos de subsidência da Bacia do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**, 28(4):527-544.
- Milani, E. J. & Zalán, P. V. 1998. The Geology of Paleozoic Cratonic Basins and Mesozoic Interior Riffs of Brazil. In: THE AAPG INTERNATIONAL CONFERENCE & EXHIBITION, 1998, Rio de Janeiro. **Shourt Course 1...** Rio de Janeiro, AAPG/ABGP. p. 67-90.
- Paim, P. S. G.; Piccoli, A. E. M.; Sarturi, J. A. D.; Munaro, P.; Holz, M.; Granitoff, W. 1983. Evolução Paleogeográfica do Supergrupo Tubarão na área de Mariana Pimentel-Faxinal, Guaíba, RS. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 1., 1983, Porto Alegre. **Atas...** Porto Alegre, SBG. p. 141-161.
- Plint, A.G. 1996. **Sequence Stratigraphy: Emphasizing clastic Deposits**. Ontário, Notes for a course in Sequence Stratigraphy, presented to Husky Oil Operations Ltd, 1996. 120p.



- Posamentier, H. W.; Allen, G. P.; James, D. P. & Tesson, M. 1992. Forced regression in a sequence stratigraphic framework: concepts, examples, and exploration significance. **AAPG Bulletin**, 76(11):1687-1709.
- Rocha Campos, A. C. 1970a. **Moluscos Permianos da Formação Rio Bonito (Subgrupo Guatá) SC**. DNPM, 1970. 75 p. (Boletim 251).
- Rocha Campos, A. C. 1970b. Upper Paleozoic Bivalves and Gastropods of Brazil and Argentina: A Review. In: GONDWANA SYMPOSIUM, 2., 1970, South Africa. **Proceedings and Papers...** South Africa, Sci Industr. Research. P. 605-612.
- Runnegar, B. 1972. Late Palaeozoic Bivalvia from South America: Provincial affinities and age. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 44 (Suplemento):295-312.
- Schneider, R. L.; Mühlmann, H.; Tommasi, E.; Medeiros, R.; Daemon, R. F. & Nogueira, A. A. 1974. Revisão Estratigráfica da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28., Porto Alegre, 1974. **Anais...** Porto Alegre, SBG. v. 1, p. 41-65.
- Silva F<sup>o</sup>, B. C. 1974. Discordância entre o Subgrupo Itararé e a Formação Rio Bonito no Estado do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28., 1974, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, SBG. v. 2, p. 59-67.
- Simões, M.G. 1992. **Pelecípodes da Formação Palermo (Permiano) de São Sepé (RS) e Guaratinga (MT): Implicações na Evolução da Fauna Neopaleozóica da Bacia do Paraná, Brasil**. São Paulo, 286p. Tese de Doutorado em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- Vail, P. R. 1987. Part 1: Seismic Stratigraphy interpretation procedure. In: Bally, A.W. (ed.). **Atlas of Seismic Stratigraphy**. Tulsa, Okla, AAPG Studies in Geology. p. 1-10 (Studies in Geology, n. 27)
- Vail, P. R.; Audemard, F.; Bowman, S. A.; Eisner, P. N. & Perez-Cruz, C. 1991. The Stratigraphic Signatures of Tectonics, Eustasy and Sedimentology – an Overview. In: Einsele, G.; Ricken, W.; Seilacher, A. (eds.). **Cycles and events in stratigraphy**. Berlin. Springer-Verlag. p. 617-659.
- Vail, P. R.; Mitchum, R.M. & Thompson, S. 1977. Seismic, stratigraphy and global changes of sea level, part 3: relative changes of sea level from coastal onlap. In: Payton, C.E. (ed.) **Seismic stratigraphy – applications to hydrocarbon exploration**. Tulsa, Okla, AAPG. p. 63-81 (Memoir, n. 26).
- Van Wagoner, J. C.; Mitchum, R. M.; Campion, K. M. & Rahamanian, V.D. 1990. **Siliciclastic sequence stratigraphy in well logs, cores, and outcrops**. Tulsa, AAPG, 55p.
- Van Wagoner, J. C.; Mitchum, R.M. & Posamentier, H.W. 1987. Part 2: Key definitions of sequence stratigraphy. In: Bally, A.W. (ed.). **Atlas of Seismic Stratigraphy**. Tulsa, Okla, AAPG Studies in Geology, p. 11-14 (Studies in Geology, n. 27).
- Zalán, P. V.; Wolff, S.; Astolfi, M. A. M.; Vieira, I. S.; Conceição, J. C. J.; Appi, V. T.; Neto, E. V. S.; Cerqueira, J. R. & Marques, A. 1990. The Paraná Basin, Brazil. In: Leighton, M. W.; Kolata, D. R.; Oltz, D. F.; Eidel, J. J. (eds.). **Interior cratonic basins**. Tulsa, Okla, AAPG. p. 681-708 (Memoir, n. 51).
- Zalán, P. V.; Wolff, S.; Conceição, J. C. J.; Marques, A.; Astolfi, M. A. M.; Vieira, I. S.; Appi, V. T.; Zanutto, O. A. 1991. Bacia do Paraná. In: Raja Gabaglia, G. P., Milani, E. J. (eds.). **Origem e Evolução de Bacias Sedimentares**. Rio de Janeiro, PETROBRAS. p. 135-168.